

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИНЖЕНЕРНОЙ СЕЙСМОЛОГИИ, БЕЗОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИЙ И ЗДАНИЙ, ЭКСПЕРТИЗА И ОЦЕНКА РИСКОВ. ТЕЗИСЫ

Гурьев В. В., д-р техн. наук, проф.,
Акбиев Р. Т., канд. техн. наук
(ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России», г. Москва),
Булыкин В. И., гл. специалист
(ППК «Фонд развития территорий», г. Москва)

ИНЖЕНЕРНО-СЕЙСМОМЕТРИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ДЛЯ ПРОГНОЗА СЕЙСМОСТОЙКОСТИ (КОНСТРУКТИВНОЙ НАДЕЖНОСТИ) И ОБЕСПЕЧЕНИЯ СОХРАННОСТИ ОБЪЕКТОВ ЖИЛИЩНОЙ СФЕРЫ НА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

В ходе научно-практических конференций в г. Грозном 2–4 ноября 2024 года, г. Новокузнецке 24–26 ноября 2023 года и др., были представлены доклады авторов о системной работе, проводимой совместно региональными ФОИВ, ППК ФРТ, ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России», Евразийской СЕЙСМО Ассоциации, направленные на снижение сейсмической угрозы и риска бедствий от воздействий землетрясений и их последствий.

В статье [1] приведены предложения авторов по практической реализации мероприятий, вытекающих из пункта 1. а-1 перечня поручений Президента Российской Федерации от 7 октября 2022 г. № Пр-1883 по установлению критериев для признания аварийными и подлежащими сносу многоквартирных домов в случае, если их сейсмостойкость не отвечает установленным требованиям, а также соответствующих поручений Правительства Российской Федерации.

В докладе на конференции в г. Иркутске отмечено, что эффективное повышение безопасности гражданских объектов на урбанизированных территориях с особыми природными и техногенными условиями с учетом выше изложенных соображений возможно только при организации единой цифровой системы эксплуатационного инженерно-сейсмометрического мониторинга (ЕЦСЭМ) с сетью региональных ЦИСС (центров инженерно-сейсмометрических

наблюдений), позволяющей осуществлять сбор, обработку, хранение и передачу мониторинговой информации, контролировать предельный ресурс конструкций, формировать надежный прогноз его изменения и обеспечивать оперативной информацией о техническом состоянии массовой застройки государственные органы страны. При этом, количество ЦИСС и региональных операторов устанавливается по техническому заданию с учетом: численности населения городов; количества многоэтажных жилых домов и их типологии; результатов детального и микросейсмораионирования урбанизированных территорий городов.

Учитывая полномочия Минстроя России [2, пункты 5.4.29, 5.4.37] по осуществлению мониторинга состояния и обеспечению сохранности объектов жилищной сферы, разработку и управление данной системой, как инструментом контроля их безопасности (вопросы национальной безопасности – компетенция государственных органов) рекомендуется возложить на профильные государственные учреждения министерства и регионов. Соответственно основными структурными элементами системы, обеспечивающими их функциональную взаимосвязь, должны стать: центральное отделение, включающее экспертно-методологический центр на базе объединенного научного совета РААСН и РАН и научно-испытательный центр на базе ФГБУ

«ЦНИИП Минстроя России», а также уполномоченные региональные отделения субъектов Российской Федерации с сетью ЦИСС, расположенные на сейсмических территориях.

В докладе содержатся рекомендации по инструментально-технологической основе ЕЦСЭМ. базирующиеся на авторской разработке, удостоенной Премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники [3, пункт 13]. Также определены цели, задачи такой системы, предложения по нормативно-правовым актам, требуемому финансированию и организации работ по обеспечению сохранности объектов жилищной сферы на урбанизированных территориях, и социально-экономический эффект от ее внедрения.

Библиография

1. *О результатах исполнения поручения Президента России по критериям аварийности жилых домов, не отвечающих требованиям по сейсмостойкости. // Вестник инженерных изысканий. 2023. № 12 (87). С. 18–22.*
2. *Постановление Правительства Российской Федерации от 18 ноября 2013 г. № 1038 «О Министерстве строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации»*
3. *Распоряжение Правительства Российской Федерации от 26 октября 2022 г. № 3179 «О присуждении премий Правительства Российской Федерации 2022 года в области науки и техники»*

ПРЕДЛОЖЕНИЯ

по практической реализации мероприятий, вытекающих из Поручений Президента РФ № Пр-1883 от 07.10.2022 г. (подпункт «а» пункта 6. «Об определении критериев, на основании которых признаются аварийными и подлежащими сносу многоквартирные дома, в случае если их сейсмостойкость не отвечает установленным требованиям, а также критериев, на основании которых признаются непригодными для проживания жилые помещения, расположенные в таких домах (исходя из необходимости соблюдения требований к безопасности зданий и сооружений)»

1. Более 45 % территорий страны относятся к территориям с особыми природными и техногенными условиями: с вечно мерзлыми грунтами, подрабатываемые, подтапливаемые, в том числе свыше 25 % занимают территории с повышенной сейсмической активностью, на которых расположены 29 субъектов Российской Федерации. Застройка этих территорий представлена как новыми современными строениями, включая уникальные объекты, так и огромным постсоветским жилым фондом, состоящим из 5-8- и 9-12-этажных жилых домов типовых серий, построенных в период 1960-х – 1980-х годов прошлого века общей площадью, превышающей 500 млн. кв. м. К ним относятся крупнопанельные и крупноблочные жилые дома, каркасно-панельные, панельно-блочные, кирпичные, с применением местных строительных материалов и др. Постоянные сейсмические воздействия относительно слабой интенсивности 4–6 баллов, как правило, не ощущаемые и регистрируемые только приборами, вызывают в материале конструкций накопление внутренних повреждений и изменение физического состояния объектов, которые визуально не всегда обнаруживаются и могут приводить к их саморазрушению. В результате возникает так называемый дефицит сейсмостойкости строительных объектов (Перечень поручений Президента Российской Федерации от 07.10.2022 г. № Пр-1883. По предварительной экспертной оценке на основании сведений, полученных из регионов, эти объекты составляют порядка 143 млн. кв. м (около 50 тыс. зданий) что, в случае

признания их не пригодными для проживания, многократно (более чем на 620 %) увеличит аварийный фонд страны, и они представляют главную угрозу при ближайшем сильном землетрясении. Следовательно, главными приоритетами при обеспечении безопасности проживания населения на урбанизированных сейсмических территориях субъектов РФ является сохранение существующего жилищного фонда с реальной оценкой остаточной сейсмостойкости объектов и прогноза ее изменения, соответствующее категорирование объектов и применение при капитальном ремонте индустриальных технологий сейсмозащиты (восстановления сейсмостойкости) зданий и сооружений без отселения.

2. Известные методы оценки сейсмостойкости строительных объектов опираются либо на модельные лабораторные или полигонные испытания, либо на натурные инструментальные объекты. Результаты первой группы, основанные на испытаниях моделей сооружений с помощью различного рода механических источников возбуждения колебаний, моделирующих сейсмические воздействия, таких, как вибростенды, многокомпонентные сейсмоплатформы с программным управлением и др., либо при полигонных испытаниях на реальных сооружениях с помощью вибромашин, либо направленных взрывов. Эти методы не обеспечивают необходимого приближения к реальным сейсмическим воздействиям, особенно на низких частотах, что важно для высотных зданий и сооружений и зданий, обладающих некоторыми

системами активной сейсмозащиты и применяются в основном для научных исследований, разработки конструкций и нового строительства.

Натурные инструментальные обследования эксплуатируемых сооружений, позволяют оценить класс сейсмостойкости реальных объектов и выявить их остаточный ресурс, формируемый в результате воздействия естественных сейсмических нагрузок во время эксплуатации, в том числе после землетрясений. Эти методы закреплены широкой нормативной базой: ГОСТ 22.0.03-97 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Природные чрезвычайные ситуации. Термины и определения», ГОСТ 31937-2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния», ГОСТ 34081-2017 «Здания и сооружения. Определение параметров основного тона собственных колебаний», ГОСТ 34511-2018 «Землетрясения. Макросейсмическая шкала интенсивности»; ГОСТ 53166-2008 «Воздействия природных внешних условий на технические изделия. Общая характеристика. Землетрясения», Свод правил СП 330.1325800.2017 «Здания и сооружения в сейсмических районах. Правила проектирования инженерно-сейсмометрических станций»; СП 322.1325800.2017 «Здания и сооружения в сейсмических районах. Правила обследования последствий землетрясения», СП 442.1325800.2019. «Здания и сооружения в сейсмических районах. Оценка класса сейсмостойкости», СП 454.1325800.2019 «Здания жилые многоквартирные. Правила оценки аварийного и ограниченно-работоспо-

собного технического состояния» и др.

Однако в связи с высокой трудоемкостью и продолжительностью (7 чел.-месяцев на один 5-этажный 4-секционный дом), определенными нормативными регламентами их проведения, могут осуществляться лишь точно, на отдельных сооружениях без охвата всего массива объектов урбанизированной застройки, и получаемая информация отражает состояние объекта только на момент проведения обследований.

Получение оперативных данных по состоянию существующих объектов всей городской застройки может быть реализовано только с помощью сети станций инженерно-сейсмометрического мониторинга как это делается в Японии, США, Индии, Румынии и др. странах, как было организовано в СССР, после распада которого инженерно-сейсмометрические станции были ликвидированы, а полученная уникальная информация с записями динамических параметров конструкций объектов жилого фонда была полностью утрачена. Служба мониторинга постепенно восстанавливается в бывших союзных республиках, в частности в Казахстане на базе института КазНИИСА.

3. Обоснованные объективные решения по обеспечению необходимой безопасности городской застройки должны опираться на постоянно получаемую инженерно-сейсмометрическую состояние конструкций, позволяющую по изменениям их динамических параметров на ранней стадии выявлять опасные изменения и в реальном времени представлять прогноз остаточной сейсмостойкости конструкций для превентивных мероприятий по сейсмозащите и предотвращению перехода объектов в ограниченно-работоспособное или аварийное состояния. Учитывая большой объем мониторинго-

вых данных по обработке, хранению и их передаче, задача прогноза и предотвращения последствий разрушительных землетрясений может быть эффективно решена только с использованием современных цифровых технологий.

Надежность мониторинговой информации о состоянии огромного массива этих объектов связана с особенностями расположения цифровых измерительных системна зданиях городской застройки и проблемой построения оптимальной сети цифровых инженерно-сейсмометрических станций (ЦИСС). Современные ЦИСС включают средства измерения, прошедшие государственную регистрацию: цифровые трехкоординатные акселерометры, измерители низкочастотных сейсмических колебаний, цифровые трехкоординатные сейсмометры, цифровые двухкоординатные наклонометры с требуемыми диапазонами измерения динамических параметров и соответствующим программным обеспечением. За счет быстрого действия измерительных и вычислительных операций многократно сокращаются время и затраты по оценке реальной сейсмостойкости строительных объектов. Для проектирования и функционирования ЦИСС на объектах урбанизированных сейсмических территориях разработаны и утверждены соответствующие нормативно-технические документы (ГОСТ и СП).

При этом должны быть исключены помехи в процессе измерений, обеспечен беспрепятственный доступ к контролю и обслуживанию измерительной аппаратуры и др. особенно на объектах жилого фонда и социальной инфраструктуры, поэтому ЦИСС должны входить в структуру уполномоченных органов субъектов Российской Федерации, например, местных жилищных инспекций.

Таким образом, эффективное повышение безопасности

гражданских объектов на урбанизированных территориях с особыми природными и техногенными условиями с учетом выше изложенных соображений возможно только при организации единой цифровой системы эксплуатационного инженерно-сейсмометрического мониторинга (ЕЦСЭМ) с сетью региональных ЦИСС, позволяющей осуществлять сбор, обработку, хранение и передачу мониторинговой информации, контролировать предельный ресурс конструкций, формировать надежный прогноз его изменения и обеспечивать оперативной информацией о техническом состоянии массовой застройки государственные органы страны.

Количество ЦИСС и региональных операторов устанавливается по техническому заданию с учетом:

- численности населения городов;
- количества многоэтажных жилых домов и их типологии;
- результатов детального и микросейсмораионирования урбанизированных территорий городов.

Учитывая полномочия Минстроя России (Постановление Правительства Российской Федерации от 18.11.2013 г. № 1038 (ред. от 28.06.2023 г.), пп. 5.4.29 и 5.4.37) по осуществлению мониторинга состояния и обеспечению сохранности объектов жилищной сферы, разработка и управление данной системой, как инструмента контроля их безопасности (вопросы национальной безопасности – компетенция государственных органов), должны быть возложены на профильные государственные учреждения министерства и регионов. В современных условиях – на ФГБУ «РААСН», ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России» и уполномоченные органы субъектов Российской Федерации. Соответственно основными структурными элементами системы, обеспечивающими их функциональную взаимосвязь,

являются центральное отделение, включающее экспертно-методологический центр на базе объединенного научного совета РААСН и РАН и научно-испытательный центр на базе ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России», а также уполномоченные региональные отделения субъектов Российской Федерации с сетью ЦИСС, расположенные на сейсмических территориях.

Коллективом ученых и специалистов ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России», АО «ЦНИИ-Промзданий», Единой геофизической службы РАН, производителями цифровых измерительных средств и др. организаций разработана универсальная цифровая технология оценки и контроля механической безопасности зданий и сооружений, апробированная на уникальных объектах в различных регионах, в том числе: в г. Москве высотные здания и сооружения высотой до 380 м (ММДЦ «Москва-Сити», многофункциональный комплекс Alcon Tower; жилой комплекс Строгино, микрорайон 14а, комплекс Соборной мечети, широкопролетные спортивные сооружения в Лужниках и др.); в сейсмических регионах в г. Сочи (центральный стадион на 40 000 мест и др. спортивные объекты), в г. Ростове-на-Дону (стадион на 45 000 мест), в г. Южно-Сахалинске (центр водных видов спорта), модернизация карагандинской ТЭЦ-3 и др.

Эта работа удостоена Премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники (Распоряжение Правительства Российской Федерации от 26.10.2022 г. № 3179, (п. 13). И ее результаты целесообразно использовать в качестве инструментально-технологической основы ЕЦСЭМ.

4. Цель и основные задачи

Основной целью предложения является обеспечение сохранности объектов жилищной сферы и недопущение развития аварийного фонда для безопас-

ного проживания на урбанизированных сейсмических территориях субъектов Российской Федерации в соответствии с подпунктом «а» п. 1 Перечня поручений Президента Российской Федерации от 07.10.2022 г. № Пр-1883.

Выполнение этой цели предусматривает решение следующих основных задач:

— организация и функционирование ЕЦСЭМ для контроля и получения оперативной информации об оценке дефицита сейсмостойкости объектов, прогнозе ее изменения во время эксплуатации и своевременной передачи информации в органы исполнительной власти для принятия превентивных мероприятий по недопущению перехода объектов в аварийное состояние;

— разработка индустриальных технологий сейсмозащиты и проектов восстановления (капитального ремонта) объектов без отселения с обеспечением их сохранности, минимизирующих возможные риски и обеспечивающих безопасность градостроительного развития урбанизированных сейсмических территорий Российской Федерации.

В связи с большим объемом объектов с дефицитом сейсмостойкости (порядка 50000 типовых многоэтажных домов) практическую реализацию ЕЦСЭМ целесообразно начать с разработки одного-двух пилотных проектов для конкретных регионов с повышенной сейсмичностью (совпадает с позицией Аналитического управления аппарата Президента от 11.04.2023 № А67-3136) с целью отработки функционирования ЦИСС на различных административно-территориальных уровнях, уточнения сметных нормативов восстановления и капитального ремонта объектов без отселения с учётом монтажа ЦИСС и использования сейсмоизолирующих систем, накопления опыта и последующего тиражирования в остальных субъектах с

формированием в дальнейшем Национальной службы инженерно-сейсмометрического мониторинга Минстроя России.

В составе работ необходимо предусмотреть натурные испытания отселенного 5-ти этажного жилого дома нагрузками, имитирующими реальные сейсмические воздействия, для определения остаточной сейсмостойкости и верификации динамических параметров колебаний конструкций по результатам измерений ЦИСС, в том числе с учетом отработанной технологии сейсмозащитных мероприятий.

5. Предложения по нормативно-правовым актам, требуемому финансированию и организации работ по обеспечению сохранности объектов жилищной сферы на урбанизированных территориях

Предлагаемые мероприятия по организации Единой цифровой системы эксплуатационного инженерно-сейсмометрического мониторинга объектов жилищной сферы Минстроя России на урбанизированных сейсмических территориях ориентированы на сохранение существующего жилищного фонда, повышение его конструктивной безопасности, сокращение объемов аварийного жилищного фонда и снижение потребности в объемах дополнительного нового строительства для расселения при сносе объектов.

Нормативно-правовыми актами Минстроя России должны быть зафиксированы объемы финансирования всех видов работ, обеспечивающих функционирование системы ЕЦСЭМ, для центрального отделения на базе ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России» и региональных операторов, уполномоченных субъектами РФ.

Мероприятия по сейсмозащите (восстановлению сейсмостойкости) зданий жилищного фонда на сейсмических

территориях должны быть закреплены соответствующими нормативно-правовыми актами (Постановлением Правительства Российской Федерации, приказами Минстроя России и органов государственной власти субъектов Российской Федерации) и должны предусматривать: определение государственного заказчика на выполнение работ, объемов их финансирования, включая подготовку предложений и непосредственно разработку проектно-сметной документации капитального ремонта объектов жилищной сферы с их реализацией с применением промышленных технологий и систем сейсмозащиты объектов без отселения.

Предложения по требованию финансирования включают затраты на организацию и функционирование ЕЦСЭМ с целью получения достоверной мониторинговой информации по дефициту сейсмостойкости объектов на основе системно выполняемых измерений, обработки, хранения и ее передачи в государственные органы, а также на мероприятия по сейсмозащите зданий существующего жилищного фонда с проведением работ по сохранению (капитальному ремонту без отселения) объектов жилищной сферы с использованием промышленных технологий и систем сейсмоизоляции от разработки типовых решений в составе проектно-сметной документации до реализации ремонтно-восстановительных работ объектов на урбанизированных сейсмоопасных территориях субъектов Российской Федерации.

Реализацию предлагаемых мероприятий целесообразно начать с разработки в 2024-2025 гг. 2-х пилотных проектов в Северо-Кавказском федеральном округе (Чеченская республика) и Сибирском федеральном округе (Иркутская область), включающих три этапа:

а) разработку типовых проектов ЦИСС и информационных

систем управления, их привязку на территориях, организацию поставки, контроль и сопровождение монтажа оборудования с формированием региональных сетей цифрового мониторинга, приемку их в эксплуатацию, обучение региональных операторов;

б) разработку проектов сейсмоизоляции (восстановлению сейсмостойкости) и монтаж сейсмоизолирующих опор на 10-15 отобранных многоэтажных жилых домах типовых серий с дефицитом сейсмостойкости без их отселения;

в) обобщение полученных результатов с корректировкой проектной документации для последующего тиражирования на остальные объекты жилого фонда и в другие регионы, расположенные на сейсмических территориях Российской Федерации.

В дальнейшем финансирование разработанных типовых решений в других регионах при реализации проектов капитального ремонта объектов жилищного фонда должно быть реализовано в соответствии с пунктом 6 (ремонт фундамента многоквартирного дома) части 1 (Перечень услуг и (или) работ по капитальному ремонту общего имущества в многоквартирном доме) статьи 166 (Капитальный ремонт общего имущества в многоквартирном доме) Жилищного кодекса Российской Федерации с финансированием за счет средств региональных фондов капитального ремонта в рамках бюджетных обязательств по приложению № 9 «Правила предоставления и распределения субсидий из федерального бюджета бюджетам субъектов Российской Федерации на софинансирование расходных обязательств субъектов Российской Федерации по сейсмоусилению объектов» ГП РФ № 1710 с уточнением поэтапных (годовых) объемов финансирования в зависимости от фонда жилых зданий, под-

лежащих сейсмоусилению, их этажности и габаритов.

6. Социально-экономический эффект от реализации мероприятий

Предлагаемый комплекс мероприятий позволит:

1. Предотвратить массовую гибель людей на урбанизированных территориях при сильных землетрясениях (от 7 баллов и более).

2. Государственным органам власти получать постоянную оперативную информацию о сейсмостойкости, прогнозе ее изменения для массовых типов жилых зданий и их категорирования для проведения превентивных мероприятий по обеспечению восстановления сейсмостойкости объектов с ее дефицитом, предотвращению их перехода в аварийное состояние и сохранению жилищного фонда на урбанизированных сейсмических территориях.

3. Экономический эффект от внедрения мероприятий составит более 11трлн. рублей, получаемый за счет разницы затрат на ликвидацию аварийного фонда (с предоставлением жилых помещений в объектах нового строительства) и возможных последствий землетрясений и суммарных затрат на организацию ЕЦСЭМ и ремонтно-восстановительных работ объектов с дефицитом сейсмостойкости с использованием промышленных технологий сейсмозащиты.

4. Социальный эффект внедрения ЕЦСЭМ и промышленных технологий сейсмозащиты обеспечивается за счет полного импортозамещения средств измерения и систем сейсмоизоляции с переходом на отечественные аналоги, созданием дополнительных рабочих мест для их производства и проведения ремонтно-монтажных работ при восстановлении сейсмостойкости объектов жилищного фонда на урбанизированных сейсмических территориях Российской Федерации. #